



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 197 43 518 A 1**

51 Int. Cl.⁶
G 01 N 1/28
G 01 N 33/48
G 01 N 35/02
B 01 L 3/02
C 12 Q 1/37
C 12 Q 1/68

21 Aktenzeichen: 197 43 518.1
22 Anmeldetag: 1. 10. 97
13 Offenlegungstag: 15. 4. 99

DE 197 43 518 A 1

71 Anmelder:
Roche Diagnostics GmbH, 68305 Mannheim, DE
72 Vertreter:
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

72 Erfinder:
Kleiber, Jörg, Dipl.-Biol. Dr., 82377 Penzberg, DE;
Markert-Hahn, Christine, Dipl.-Bio.-Chem. Dr.,
82377 Penzberg, DE; Harttig, Herbert, Dipl.-Chem.
Dr., 67122 Altrip, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Automatisierbare universell anwendbare Probenvorbereitungsmethode
51 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vorbereitung biologischer Proben für den anschließenden Nachweis eines Analyten, insbesondere einer Nukleinsäure, in dieser Probe. Weiterhin werden Reagenzienkits und neue Vorrichtungen zur Probenvorbereitung sowie neue magnetische Pigmente bereitgestellt.

DE 197 43 518 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vorbereitung biologischen Proben für den anschließenden Nachweis eines Analyten, insbesondere einer Nukleinsäure, in dieser Probe. Weiterhin werden Reagenzienkits und neue Vorrichtungen zur Probenvorbereitung sowie neue magnetische Pigmente bereitgestellt.

Bei einem Verfahren zum Nachweis eines Analyten in einer biologischen Probe werden an die Probenvorbereitung oft besondere Anforderungen gestellt. Zum einen ist der Analyt oft in sehr geringer Konzentration vorhanden und zum anderen finden sich oft viele andere Substanzen in der Probe, die die Isolierung bzw. Bestimmung des Analyten beeinträchtigen können.

WO 96/41811 offenbart ein Verfahren zur Isolierung eines Analyten, insbesondere einer Nukleinsäure, aus einer biologischen Probe, wobei die Probe, die den Analyten in einer Flüssigkeit enthält, mit magnetischen Partikeln, die eine äußere Glasoberfläche, die im wesentlichen porösfrei ist oder Poren eines Durchmessers von <10 nm aufweist, in Kontakt gebracht wird, unter Bedingungen, bei denen der Analyt an die Partikeloberfläche bindet, und der gebundene Analyt von der Probenflüssigkeit abgetrennt wird. Das in WO 96/46811 beschriebene Verfahren eignet sich sehr gut zur Aufreinigung eines Analyten aus einer biologischen Probe. Es ist jedoch nicht ohne weiteres für eine automatisierte Probenvorbereitung einsetzbar.

Boom et al. (J. Clin. Microbiol. 28 (1990), 495-503) beschreiben ebenfalls ein Protokoll für Aufreinigung von Nukleinsäuren aus einer biologischen Probe unter Verwendung großfraktionierter Siliciumoxidteilchen. Dieses Verfahren ist jedoch unumständlich, nicht für eine Automatisierung geeignet und enthält darüber hinaus die Gefahr von Verschleppungen.

Bei einer in EP-A 0 757 106 beschriebenen Methode zur Extraktion von Nukleinsäuren wird eine Probe lysiert, die in der Probe vorhandenen Nukleinsäuren an superparamagnetische Metallteilchen gebunden, diese mit einer Pipette aus dem Probengefäß entfernt und somit von den übrigen Probenbestandteilen abgetrennt. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß aufgrund der Notwendigkeit, den Analyten mit einer Pipette aus der Probe zu entfernen, Verluste auftreten können. Darüber hinaus beinhaltet die Verwendung mehrerer Reaktionsgefäße die Gefahr von Verschleppungen und Kontaminationen.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe bestand somit darin, ein neues Probenvorbereitungsverfahren bereitzustellen, bei dem die Nachteile des Standes der Technik mindestens teilweise beseitigt sind. Insbesondere soll das neue Verfahren automatisierbar sein und ein möglichst einfaches Temperaturprofil aufweisen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch Verfahren zur Isolierung eines Analyten aus einer biologischen Probe, umfassend die Schritte:

- (a) Aufschließen der Probe in einem Reaktionsgefäß,
- (b) Zugabe einer festen Adsorptionsmatrix,
- (c) Inkubieren unter Bedingungen, bei denen der Analyt an die Adsorptionsmatrix bindet,
- (d) Entfernen nichtgebundener Probenbestandteile aus dem Reaktionsgefäß,
- (e) Inkubieren unter Bedingungen, bei denen der Analyt von der Adsorptionsmatrix eluiert wird, und
- (f) Abtrennen des Eluats von der Adsorptionsmatrix.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Isolierung eines Analyten aus einer biologi-

Die Adsorptionsmatrix wird beim erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise in einer Menge zugegeben, welche der minimalen, zur quantitativen Bindung des in der Probe vorhandenen Analyten, insbesondere einer Nukleinsäure, benötigten Menge entspricht oder etwas größer, vorzugsweise um höchstens 50% und besonders bevorzugt um höchstens 20% über dieser Menge liegt. Die zu erwartende Nukleinsäuremenge in verschiedenen Arten von Proben kann – sofern sie nicht bereits bekannt ist – vorab durch übliche Techniken, z. B. Phenol/ Chloroform-Extraktion und anschließende Messung der optischen Dichte ermittelt werden.

Schritt (a) des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt das Aufschließen der Probe in einem Reaktionsgefäß. Dieser Aufschluß erfolgt im Allgemeinen durch Lyse der in der Probe vorhandene Zellen unter denaturierenden Bedingungen, z. B. durch Zugabe einer Protease und eines Denaturierungspuffers. Als Protease wird vorzugsweise Proteinase K, Pronase, Elastase oder/und Lysozym verwendet. Besonders bevorzugt ist die Verwendung von Proteinase K.

Der Proteaseverdau erfolgt in einem Denaturierungspuffer, der eine chaotrope Verdünnung, z. B. Harnstoff oder Harnstoffderivate, vorzugsweise ein chaotropes Salz, besonders bevorzugt ein Guanidiniumsalz wie etwa Guanidiniumhydrochlorid (insbesondere zur Isolierung von DNA) oder Guanidiniumthiocyanat (insbesondere zur Isolierung von RNA) oder ein Perchlorat oder Iodid enthält. Für Guanidiniumsalze sind Konzentrationen im Bereich von 1 bis 3 mol/l bevorzugt.

Im Gegensatz zu der in WO 96/41811 beschriebenen Methode zur Probenovorbereitung erfolgt die Zugabe der festen Adsorptionsmatrix erst nach Aufschluß der Probe. Durch diese Verfahrensführung erreicht man eine signifikant geringere unspezifische Bindung von unerwünschten Probenbestandteilen, z. B. Proteinen, an der Adsorptionsmatrix.

Gemäß Schritt (c) erfolgt die selektive Bindung des Analyten an die Adsorptionsmatrix durch Inkubation im Aufschlußpuffer vorzugsweise unter chaotropen Bedingungen.

Schritt (d) des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt das Abtrennen nicht gebundener Probenbestandteile von der Adsorptionsmatrix. Vorzugsweise werden hierzu die nicht-gebundenen Probenbestandteile aus dem Reaktionsgefäß entfernt. Dies kann durch gegebenenfalls mehrmaliges Zugabe und Entfernen eines Waschpuffers erfolgen, der vorzugsweise einen Gehalt von mindestens 50% (v/v) und besonders bevorzugt von mindestens 60% (v/v) eines mit Wasser mischbaren organischen Lösungsmittels wie etwa Ethanol, Propanol und Aceton enthält.

Die Schritte (c), (d) oder/und (e) des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgen vorzugsweise unter kontinuierlichem oder intervallartigem Mischen (d. h. Phasen, während denen gemischt wird, wechseln sich mit Phasen ab, in denen sich das Reaktionsgefäß im Ruhen befindet) ohne Zusatz externer Mittel. Vorzugsweise erfolgt dieses Mischen durch Drehung des Reaktionsgefäßes um seine Längsachse mit mehrmaliger Umkehr der Drehrichtung. Besonders bevorzugt wird das Mischungsgefäß exakt um seine Längsachse gedreht und der Drehrichtungswechsel so durchgeführt, daß die Meniskusauslenkung der Flüssigkeit unter einer vorbestimmten Trennziffer bleibt. Solche Mischverfahren sind in WO 91/15768 und EP-A-0 435 481 beschrieben.

Die Dauer für die Schritte (c) oder/und (e) beträgt vorzugsweise maximal 20 min und umfaßt ein kontinuierliches Mischen oder ein Intervallmischen in kurzen Zyklen, vorzugsweise in kurzen Zyklen von vorzugsweise maximal 2 Minuten. Besonders gute Ergebnisse wurden durch Intervallmischen in einem einminütigen Zyklus umfassend 20 sec Mischen und 40 sec Ruhen erhalten.

Bei Verwendung von magnetischen Partikeln als Adsorptionsmatrix kann die Zugabe von Flüssigkeiten in das Reaktionsgefäß bzw. das Absaugen von Flüssigkeiten daraus unter kontinuierlichem Mischen erfolgen, wobei die Partikel während des Absaugvorgangs durch Einschalten des Magneten im Reaktionsgefäß gehalten werden. Durch diese Mischtechnik kann das erfindungsgemäße Verfahren flexibel auf verschiedene Probenarten eingestellt werden. Darüber hinaus wird ständig für eine gleichmäßige Verteilung der magnetischen Partikel in der Flüssigphase gesorgt.

Schritt (e) des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt die Elution des Analyten von der Adsorptionsmatrix. Hierzu kann einerseits – wie aus dem Stand der Technik bekannt – ein von organischen Lösungsmitteln im wesentlichen freier Niedrigsalzpuffer verwendet werden. Überraschenderweise wurde jedoch festgestellt, daß der Elutionspuffer zusätzliche Reagenzien enthalten kann, wie etwa Enzyme, z. B. zur Manipulation von Nukleinsäuren verwendete Enzyme wie etwa RNasen, DNasen, Restriktionsendonukleasen, Ligasen, terminale Transferasen oder/und Polymerasen. Wenn der Analyt beispielsweise eine DNA ist, kann während der Elution eine DNase-freie RNase zugesetzt werden, um den Gehalt an unerwünschter RNA zu verringern. Andererseits kann – wenn der Analyt eine RNA ist – während der Elution eine RNase-freie DNase zugesetzt werden. Auf entsprechende Weise können auch andere Enzyme, wie etwa Restriktionsendonukleasen, etc. zugesetzt werden. Wenn die durch das erfindungsgemäße Verfahren isolierte Nukleinsäure nachfolgend einer Amplifikation unterzogen wird, kann während der Elution auch ein Nukleinsäureamplifikations-Mastermix, welcher den Amplifikationspuffer, Nukleotide, Primer, Polymerase und Puffersalze enthält, zugesetzt werden.

Schritt (f) des erfindungsgemäßen Verfahrens umfaßt das Abtrennen des Eluats von der Adsorptionsmatrix. Dieses Abtrennen kann auf übliche Weise erfolgen, z. B. durch Sedimentation, vorzugsweise aber durch magnetische Separation.

Die durch das erfindungsgemäße Verfahren isolierten Analyten können anschließend auf bekannte Weise weiterverarbeitet werden, im Fall von Nukleinsäuren, z. B. durch Amplifikation und nachfolgende Detektion, Detektion ohne vorhergehende Amplifikation oder Sequenzierung.

Ein wichtiges Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß viele oder gegebenenfalls sogar alle Schritte bei im wesentlichen der gleichen Temperatur, d. h. innerhalb eines Temperaturbereichs von $\pm 2,5^\circ\text{C}$ durchgeführt werden können. Vorzugsweise ist diese Temperatur im Bereich von Raumtemperatur bis 70°C , besonders bevorzugt von Raumtemperatur bis 40°C , am meisten bevorzugt bei Raumtemperatur, d. h. ca. 18 bis 32°C . In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zumindest die Schritte (c) der Adsorption und (d) des Waschens bei dieser Temperatur durchgeführt. Besonders bevorzugt werden auch andere Schritte, insbesondere die Schritte (a) des Aufschließens oder/und (e) der Elution bei dieser Temperatur durchgeführt. Für die Bestimmung von HIV in Blutproben kann beispielsweise die gesamte Probenovorbereitung bei einer einheitlichen Temperatur erfolgen. Gegebenenfalls kann nach Schritt (f) des erfindungsgemäßen Verfahrens zusätzlich ein Nachbehandlungsschritt bei erhöhter Temperatur erfolgen, wodurch bei bestimmten Analyten die Ausbeuten bei einer Amplifikation verbessert wird. Bei anderen Analyten kann es erforderlich sein, daß die Vorbehandlung oder/und die Elution bei einer erhöhten Temperatur erfolgen. Die erhöhte Temperatur liegt dabei vorzugsweise im Bereich von mehr als 40°C bis 95°C , z. B. ca. 70°C .

Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens er-

folgt vorzugsweise in einer automatisierten Vorrichtung. Beispiele für solche Vorrichtungen sind nachfolgend beschrieben. Weiterhin ist bevorzugt, daß das erfindungsgemäße Verfahren zur Probenvorbereitung, zumindest die Schritte (a) bis (e) in einem einzigen Reaktionsgefäß durchgeführt werden, d. h. daß kein Transfer in ein anderes Reaktionsgefäß erfolgt. Dies hat eine erhebliche Vereinfachung des Verfahrens zur Folge und führt darüber hinaus zu einem verringertem Kontaminationsrisiko.

Noch ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Reagenzienkit, der insbesondere zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens geeignet ist, umfassend

- (a) eine Protase,
- (b) einen Probenaufschlußpuffer,
- (c) einen Waschpuffer,
- (d) einen Elutionspuffer und
- (e) eine Suspension von magnetischen Glasparkeln.

Noch ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Reagenzienkit zur Isolierung von DNA, umfassend magnetische Glasparkel deren Glasphase SiO_2 , B_2O_3 und Na_2O enthält, und ein Reagenzienkit zur Isolierung von RNA, umfassend magnetische Glasparkel, deren Glasphase SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 , CaO und K_2O enthält.

Schließlich noch ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung zur Isolierung eines Analyten aus einer biologischen Probe, umfassend:

- einen Probenvorbereiter (1),
- eine Aufnahmeeinrichtung für Reagenzien (2),
- eine erste Aufnahmeeinrichtung für Reaktionsgefäße zur Probenvorbereitung (3), die für eine Betriebstemperatur von $\leq 70^\circ\text{C}$, insbesondere $\leq 40^\circ\text{C}$ eingerichtet ist,
- eine zweite Aufnahmeeinrichtung für Reaktionsgefäße (4a, 4b, 4c), die gegebenenfalls Kühl- oder/und Heizmittel enthält,
- und ein Robotik-Werkzeugmittel (5).

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vorzugsweise so ausgestaltet, daß ein einziges Reaktionsgefäß zur Durchführung der 4 Hauptschritte der Probenvorbereitung, nämlich Aufschluß einer Probe bzw. Lyse, Adsorption des freigesetzten Analyten, z. B. einer Nukleinsäure, an eine feste Adsorptionsmatrix, z. B. magnetische Glasparkel, Waschen der Adsorptionsmatrix und Elution des Analyten von der Adsorptionsmatrix vorgesehen ist.

Die Vorrichtung ist so ausgestaltet, daß die erste Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme der Reaktionsgefäße für die Probenvorbereitung zumindest für die Adsorption des Analyten an die feste Adsorptionsmatrix und für das Waschen der Adsorptionsmatrix vorgesehen ist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die erste Aufnahmeeinrichtung weiterhin zum Aufschluß der Probe oder/und zur Elution des Analyten von der Adsorptionsmatrix vorgesehen. Die Reaktionsgefäße zur Probenvorbereitung haben ein Volumen von vorzugsweise mindestens 1 ml, z. B. 1–5 ml.

Die zweite Aufnahmeeinrichtung ist für Reaktionsgefäße zur Aufbewahrung oder/und Weiterverarbeitung des Analyten vorgesehen, z. B. PCR-Gefäße, die üblicherweise eine von den zur Probenvorbereitung verwendeten Reaktionsgefäßen verschiedene Form aufweisen. Die Reaktionsgefäße zur Aufbewahrung oder/und Weiterverarbeitung haben ein Volumen von vorzugsweise bis zu 500 μl , z. B. 50–200 μl . Darüber hinaus kann die zweite Aufnahmeeinrichtung Gefäße für Reagenzien enthalten, die zur Weiterverarbeitung der den Analyten enthaltenden Probe benötigt werden, z. B.

einen PCR-Mastermix.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann so ausgestaltet sein, daß einer oder mehrere Schritte der Probenvorbereitung oder/und ein Nachbehandlungsschritt bei einer erhöhten Temperatur in der zweiten Aufnahmeeinrichtung erfolgen können. Hierzu kann die zweite Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme von Reaktionsgefäßen für zumindest einen Behandlungsschritt vorgesehen sein, der ausgewählt ist aus dem Aufschluß der Probe, der Elution der Probe von der Adsorptionsmatrix und einem Nachbehandlungsschritt nach der Elution.

Die erste Aufnahmeeinrichtung umfaßt vorzugsweise Mittel zur magnetischen Separation. Weiterhin ist bevorzugt, daß die erste Aufnahmeeinrichtung Mittel zum Mischen der Reaktionsgefäße, insbesondere durch Drehen um deren Längsachse umfaßt. Solche Mittel können gegebenenfalls auch für die zweite Aufnahmeeinrichtung vorgesehen sein.

Das Robotik-Werkzeug umfaßt im allgemeinen automatische Pipettiereinrichtungen sowie gegebenenfalls Mittel zum Transport von Reaktionsgefäßen, z. B. zwischen erster und zweiter Aufnahmeeinrichtung. Außerdem kann eine Deckel-Öffnungs- und Schließeinheit integriert sein.

Im folgenden sind spezielle Ausführungsformen für erfindungsgemäße Vorrichtungen im Detail dargestellt. Bei der in **Abb. 1** gezeigten Ausführungsform enthält der Probenvorbereiter (1) eine Aufnahmeeinrichtung für Reagenzien (2), eine Aufnahmeeinrichtung für Reaktionsgefäße zur Probenvorbereitung (3) mit den Funktionen Mischen und Magnetseparation, die für eine Temperatur von vorzugsweise $\leq 40^\circ\text{C}$ und besonders bevorzugt Raumtemperatur vorgesehen ist. Weiterhin enthält die Vorrichtung eine Aufnahmeeinrichtung für weitere Reaktionsgefäße (4a), z. B. für PCR-Gefäße, die eine Temperatur von 4°C bis Raumtemperatur aufweist. Weiterhin enthält die Vorrichtung automatisierte Einrichtungen für die Pipettierung und Handhabung von Reaktionsgefäßen (5), die Bewegungen in X, Y und Z Richtung ermöglichen. Bei dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung finden die vier Hauptschritte der Probenvorbereitung, nämlich Lyse, Adsorption, Waschen und Elution in der ersten Aufnahmeeinrichtung in einem einzigen Reaktionsgefäß statt. Die Lagerung von Eluaten und die Zugabe weiterer Reagenzien, z. B. PCR-Mastermix, erfolgt in der zweiten Aufnahmeeinrichtung. Zur Weiterverarbeitung, z. B. für eine nachfolgende PCR, werden die Gefäße zu einer entsprechenden Vorrichtung, z. B. einem Thermocycler (nicht gezeigt) transferiert.

In der in **Abb. 2** gezeigten Ausführungsform enthält die Vorrichtung eine zweite Aufnahmeeinrichtung (4b), die zur Aufnahme von Weiterverarbeitungsreaktionsgefäßen, z. B. PCR-Gefäßen, vorgesehen ist und die Einstellung einer Temperatur von 4°C (Kühlung des PCR-Mastermix) bis 95°C zum Erhitzen des Eluats nach der Elution von der Adsorptionsmatrix vorgesehen ist. Zur Vermeidung der Kondensatbildung am Deckel der PCR-Gefäße ist eine Deckelgegenheizung bevorzugt.

Gemäß der in **Abb. 3** dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine zweite Aufnahmeeinrichtung für Reaktionsgefäße (4c) vorgesehen, welche zur Aufnahme von PCR-Gefäßen und Probenvorbereitungsgefäßen vorgesehen ist. In dieser zweiten Aufnahmeeinrichtung kann eine Kühlung, z. B. auf 4°C , und ein Aufheizen, z. B. auf 95°C , zum Erhitzen des Eluats oder/und des Eluats erfolgen. Auch hier ist zur Vermeidung der Kondensatbildung am Deckel von Reaktionsgefäßen eine Deckelgegenheizung bevorzugt.

Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung (nicht gezeigt) ist die erste Aufnahmeein-

richtung zur Einstellung einer Temperatur im Bereich von $\leq 70^\circ\text{C}$ vorgesehen. Die zweite Aufnahmeeinrichtung ist – wie in **Abb. 3** gezeigt – für das Kühlen und Heizen von Probenweilerverarbeitungs- und Probenvorbereitungsgefäßen geeignet.

Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen sind insbesondere zur Anwendung in einem Verfahren wie zuvor beschrieben einsetzbar.

Weiterhin wird die vorliegende Anmeldung durch die folgenden Figuren und Beispiele näher erläutert. Es zeigen:

Abb. 1 die schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Abb. 2 die schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Abb. 3 die schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Abb. 4 das Ergebnis eines Chlamydien-Nachweises durch PCR mit manueller und semiautomatisierter Probenvorbereitung.

Abb. 5 das Ergebnis eines Chlamydien-Nachweises durch PCR mit semiautomatisierter Probenvorbereitung und unterschiedlichen Temperaturprofilen bei der Probenvorbereitung.

Abb. 6 das Ergebnis eines HIV-Nachweises durch PCR mit manueller Probenvorbereitung (Standardprotokoll) und semiautomatisierter Probenvorbereitung bei Raumtemperatur.

Beispiele

1. Herstellung von magnetischen Glasparkitelen

Es wurden zwei verschiedene Sole verwendet. Die Herstellung der Sole erfolgte wie folgt:

Sol 1: ($\text{SiO}_2 : \text{B}_2\text{O}_3 : \text{Na}_2\text{O} = 40 : 8 : 2$).

Alkolate der Oxide wurden in obigen Molverhältnissen analog der Vorgehensweise in Beispiel 1 und 2 von WO 96/41 811 miteinander zu einer homogenen Phase verührt. In Abweichung dazu wurde kein HCl eingesetzt.

Anschließend wurden 30 g Infradin 600 Black Mica (Merk) in 100 ml Sol eingebracht.

Sol 2: ($\text{SiO}_2 : \text{B}_2\text{O}_3 : \text{K}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} = 76 : 15 : 5 : 2 : 2$).

Alkolate der Oxide wurden in obigen Molverhältnissen analog der Vorgehensweise in Beispiel 1 und 2 von WO 96/41 811 miteinander zu einer homogenen Phase verührt. In Abweichung dazu wurde kein HCl eingesetzt.

Anschließend wurden 30 g Infradin 600 Black Mica (Merk) in 100 ml Sol eingebracht.

Die Sole wurden anschließend einem Sprühtrocknungs- vorgang unterzogen.

Das durch die Sprühtrocknung erhaltene Pulver wurde einer Feinteilabtrennung durch Sedimentation, einer Temperaturbehandlung unter Stickstoffatmosphäre (60 l/h Volumstrom) bei einer Aufheizgeschwindigkeit von 1 K/min unterzogen und 1 h einer Verdichtungs-temperatur im Bereich von 600 bis 700°C für eine Stunde gehalten. Anschließend wurde der Ofen auf 300°C abgekühlt und bei dieser Temperatur für 1 h mit Sauerstoff gespült. Nach Abkühlung auf Raumtemperatur wurden die magnetischen Glasparkitel entnommen und zur Abtrennung des Grobanteils auf ein 50-µm-Sieb aufgegeben und gesiebt.

Die aus Sol 1 erhaltenen magnetischen Glasparkitel sind insbesondere zur Isolierung von DNA geeignet. Die aus Sol 2 erhaltenen Glasparkitel sind insbesondere zur Isolierung

von RNA geeignet.

2. Standardprotokoll zur Probenvorbereitung für die Isolierung von Nukleinsäuren, z. B. DNA

Zur Isolierung von Nukleinsäuren aus biologischen Proben wie etwa Vollblut oder kultivierten Zellen ist das folgende Standardprotokoll geeignet. Die auf diese Weise erhaltenen Nukleinsäuren können direkt nach der Elution für eine Amplifikation durch PCR, eine Restriktionspaltung oder einen Southernblot eingesetzt werden. Der Reaktionskit enthält:

1. Bindepuffer (4,7 mol/l Guanidiniumhydrochlorid, 10 mmol/l Harnstoff, 10 mmol/l Tris HCl, 20% Triton® X-100, pH 5,7
2. lyophilisierte Proteinase K (zur Auflösung in H_2O auf eine Konzentration von 20 mg/ml)
3. Waschpuffer (56% (v/v) Ethanol, 20 mmol/NaCl, 10 mmol/l Tris HCl pH 7,5)
4. Elutionspuffer (10 mmol/l Tris pH 8,5)
5. magnetische Glasparkitel (MPG)
6. Tabletten mit jeweils 7,5 mg der Glasparkitel oder b) 15%ige Suspension der Glasparkitel in Ethanol.

Die Kitkomponenten sind stabil und können bei Raumtemperatur gelagert werden. Nach Auflösung der Proteinase K in Wasser sollte die Lösung aliquotiert und bei -20°C aufbewahrt werden. Die eingefrorene Lösung ist für 12 Monate stabil.

Standardprotokoll

1. 200 µl Probe werden in ein 2 ml Reaktionsgefäß gegeben und mit 200 µl Bindepuffer und 40 µl Proteinase K-Lösung versetzt. Anschließend wird für 10 min inkubiert. Die Inkubation erfolgt vorzugsweise bei Raumtemperatur. Unter bestimmten Umständen kann die Inkubationstemperatur jedoch auch auf bis zu 70°C erhöht werden.
2. Nach der Inkubation werden 200 µl Isopropanol und eine MPG-Tablette (oder alternativ 200 µl MPG-Suspension) zugegeben und für 5 min bei Raumtemperatur inkubiert.
3. Das Reaktionsgefäß wird in einen Magnetpartikel-separator (Boehringer Mannheim, Kat. No. 1 641 794) gegeben und für etwa 1 min separiert.
4. Der Überstand wird verworfen und die Reaktionsgefäße werden aus dem MP-Separator entnommen.
5. Nach Zugabe von 500 µl Waschpuffer wird der Inhalt des Reaktionsgefäßes gemischt und erneut in den MP-Separator für etwa 1 min gegeben.
6. Der Überstand wird verworfen. Schritt 5 wird dreimal wiederholt. Nach dem letzten Waschvorgang wird der restliche Waschpuffer vollständig entfernt.
7. Zur Elution werden 100 µl elutionsfähiger Puffer auf 70°C vorgewärmt und zugegeben. Dann wird gemischt und für 5 Minuten bei Raumtemperatur inkubiert. Die Probe wird in den MP-Separator gegeben und der Überstand in ein sauberes Reaktionsgefäß überführt.
8. Die so erhaltenen Nukleinsäuren, z. B. DNA, sind stabil und können anschließend direkt weiterverarbeitet oder bei 4°C aufbewahrt werden.

Das obige Protokoll kann auch entsprechend bei Mikrotiterplatten, z. B. Tieflochmikrotiterplatten (z. B. Ritter, H. J. Bioanalytic), verwendet werden.

3. Chlamydia trachomatis DNA-Nachweis durch PCR

3.1 Manuelles Standardprotokoll zur Probenvorbereitung

200 µl einer Urinprobe und 240 µl Bindepuffer/Proteinase K-Lösung (5 : 1) werden in ein 2 ml Reaktionsgefäß pipettiert, einem Vortexmischen unterzogen und bei 70°C für 10 min inkubiert. Dann wird die Probe für 5 min auf Raumtemperatur abgekühlt.

Zur Probe werden 200 µl isopropanolische MGP-Lösung pipettiert, unmittelbar anschließend erfolgt Vortexmischen. Die Probe wird dann für 15 min auf einem Mischer, z. B. Thermomischer S436 (Ippendorf), inkubiert.

Die MGP werden durch Überführung der Probe in einen Magnetseparator konzentriert. Nach einer Minute wird der Überstand vollständig abpipettiert.

Es werden 0,5 ml Waschpuffer zu den MGPs pipettiert. Die Probe wird einem Vortexmischen unterzogen und dann in den Magnetseparator überführt. Der Überstand wird nach 1 min abpipettiert. Die Waschprozedur wird noch zweimal wiederholt.

Den MGP werden 200 µl Elutionspuffer zugesetzt. Die Probe wird 10 min bei 70°C auf einem Thermomischer bei 1400 RPM inkubiert. Kondenswasser wird durch kurze Zentrifugation gesammelt. Die Probe wird in den Magnetseparator überführt und nach 1 min 180 µl Eluat abgenommen. Das Eluat wird in ein neues Reaktionsgefäß pipettiert und bei 4°C (bei einer Aufbewahrungsdauer <24 h) oder bei 20°C (bei längerer Aufbewahrungsdauer) aufbewahrt.

Für die PCR werden 50 µl Eluat eingesetzt. Die Auswertung erfolgt durch Elektrochemilumineszenz.

3.2 Protokoll für ein semiautomatisiertes Verfahren

Statt des in 3.1 beschriebenen Vortexmischens und der Temperierung auf einem Thermoblock wird ein semiautomatisiertes Verfahren durchgeführt, bei dem das Mischen und die Temperierung auf einem Misch- und Temperiermodul erfolgt. **Abb. 4** zeigt einen Vergleich der Bestimmung von Chlamydien (Probe: 100 Elementarantikörper pro 100 µl Urin, Sechsfachbestimmung) zwischen dem manuellen Standardprotokoll (Vortex) und dem semiautomatisierten Verfahren (MTM). Es ist ersichtlich, daß durch die Automatisierung keine Beeinträchtigung der Sensitivität erfolgt.

3.3 Semiautomatisiertes Protokoll bei Raumtemperatur

Die Probenvorbereitung erfolgt wie unter Punkt 3.2 beschrieben. Die Lyse und die Elution werden jedoch bei Raumtemperatur durchgeführt.

3.4 Semiautomatisiertes Probenvorbereitungsprotokoll bei Raumtemperatur mit anschließender Nachbehandlung des Eluats

Die Probenvorbereitung erfolgt wie unter Punkt 3.3 beschrieben. Nach der Elution erfolgt eine Inkubation für 10 min bei 70°C.

Abb. 5 zeigt einen Vergleich der Chlamydienbestimmung (Proben: SW1, O Chlamydia-Elementarantikörper (EAK) pro ml Urin, SWE 2: 10 EAK, SWE 3: 100 EAK und SWE 4: 1000 EAK jeweils pro ml Urin) zwischen den in den Punkten 3.2, 3.3 und 3.4 beschriebenen Probenvorbereitungsprotokollen. Es ist ersichtlich, daß für die Bestimmung von Chlamydien das Standardprotokoll gegenüber einer Probenvorbereitung bei Raumtemperatur (RT-Protokoll MTM) sensitiver ist. Die Ergebnisse der Probenvorbereitung

ung bei Raumtemperatur und anschließender Nachbehandlung des Eluats (RT-Protokoll MTM mit Nachbehandlung) zeigen jedoch, daß dieser Effekt größtenteils kompensiert werden kann. Überraschenderweise ist daher während der Probenvorbereitung selbst kein Temperaturschritt erforderlich.

Durch diese Erkenntnis läßt sich das Probenvorbereitungsverfahren entscheidend vereinfachen, denn die Schritte der Lyse, der Adsorption, des Waschens und der Elution können bei Temperaturen ≤40°C erfolgen, was eine Automatisierung vereinfacht, da keine Deckelgegendichtung und Temperaturregulierung erforderlich ist.

4. HIV-RNA Nachweis durch PCR

4.1 Manuelles Standardprotokoll zur Probenvorbereitung

Gefrorenes Plasma wird 5 min bei 37°C aufgetaut und zur weiteren Verarbeitung auf Eis gekühlt.

In ein 1,5 ml Sarstedt-Reaktionsgefäß werden 50 µl einer Proteinase K Lösung (25 mg/ml) pipettiert. Dazu werden 250 µl Probe gegeben und im Vortex gemischt. Dann werden 300 µl Lysepuffer zugegeben und erneut im Vortex gemischt.

Es wird 10 min bei Raumtemperatur auf einem Eppendorfmischer bei 13.000 RPM inkubiert. Dann werden 300 µl einer MGP Suspension (6 mg/ml MGP in Isopropanol) zugegeben, im Vortex gemischt und 20 min bei Raumtemperatur bei fortgesetztem Mischen inkubiert. Die MGP werden auf einem Magnetseparator abgetrennt und der Überstand vollständig entfernt.

Zu den MGP werden 750 µl Waschpuffer gegeben. Die MGP werden resuspendiert und wie zuvor beschrieben abgetrennt. Die Waschprozedur wird viermal wiederholt, wobei am Ende der Waschpuffer sorgfältig entfernt wird.

Dann werden 100 µl Elutionspuffer zugegeben und die MGP resuspendiert. Nach 15minütiger Inkubation bei 80°C auf einem Eppendorf Thermomischer (13.000 RPM) werden 90 µl Eluat in eine neue Reaktionsgefäß überführt. Für die anschließende HIV-Bestimmung durch RT-PCR werden 40 µl Eluat verwendet.

4.2 Semiautomatisiertes Standardprotokoll für die Probenvorbereitung

Die Probenvorbereitung erfolgt wie unter Punkt 4.1 beschrieben, abgesehen davon, daß das Mischen und die Temperierung auf einem Misch- und Temperiermodul erfolgt.

4.3 Semiautomatisiertes Protokoll bei Raumtemperatur

Die Probenvorbereitung erfolgt im wesentlichen wie unter Punkt 4.2 beschrieben, außer daß alle Schritte bei Raumtemperatur durchgeführt werden. Die Inkubationsdauer für Lyse, Adsorption und Elution beträgt jeweils 15 min.

Aus **Abb. 6** ist ersichtlich, daß durch die Automatisierung und die Probenvorbereitung bei Raumtemperatur (RT-Protokoll MTM) keine Beeinträchtigung der Sensitivität gegenüber dem Standardprotokoll bei manueller Probenvorbereitung (manuell) erfolgt. Sowohl bei negativen, niedrigpositiven, mittelpositiven und hoch positiven Plasmen werden reproduzierbare Ergebnisse erhalten.

Patentsprüche

1. Verfahren zur Isolierung eines Analyten aus einer biologischen Probe, umfassend die Schritte:

(a) Aufschließen der Probe in einem Reaktions-

- gefäß,
 (b) Zugeben einer festen Adsorptionsmatrix,
 (c) Inkubieren unter Bedingungen, bei denen der Analyt an die Adsorptionsmatrix bindet,
 (d) Entfernen nichtgebundener Probenbestandteile aus dem Reaktionsgefäß,
 (e) Inkubieren unter Bedingungen, bei denen der Analyt von der Adsorptionsmatrix eluiert wird, und
 (f) Abtrennen des Eluats von der Adsorptionsmatrix.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Schritt (a) die Zugabe einer Protease und eines Denaturierungspuffers umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß man Proteinase K als Protease verwendet.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß man Proteinase K als Protease verwendet.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Guanidiniumsalz, insbesondere Guanidiniumhydrochlorid oder/und Guanidiniumthiocyanat enthält, verwendet.
6. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß man magnetische Glaspartikel verwendet, deren Glasphase SiO_2 , B_2O_3 und Na_2O oder SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 , CaO und K_2O enthält.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorptionsmatrix eine Menge zugegeben wird, die um höchstens 50% über der Menge liegt, die zur quantitativen Bindung des in der Probe vorliegenden Analyten benötigt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorptionsmatrix eine Menge zugegeben wird, die um höchstens 50% über der Menge liegt, die zur quantitativen Bindung des in der Probe vorliegenden Analyten benötigt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest während der Schritte (c), (d) oder/und (e) ein kontinuierliches oder intervallartiges Mischen ohne Zusatz externer Mittel erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischen durch Drehung des Reaktionsgefäßes um seine Längsachse erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer zur Durchführung der Schritte (c) oder/und (e) jeweils maximal 20 min beträgt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Schritt (d) ein gegebenenfalls mehrmaliges Zugabe und Absaugen eines Waschpuffers umfaßt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß man einen Waschpuffer mit einem Gehalt von mindestens 50% (v/v) eines mit Wasser mischbaren organischen Lösungsmittels verwendet.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt (e) zusätzliche Reagenzien wie etwa Enzyme zugesetzt werden.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt (e) zur Elution ein Puffer verwendet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt (e) zur Elution Nukleinsäureamplifikations-Mastermix zugesetzt wird.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-

- sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Schritte (c) und (d) bei einer im wesentlichen gleichen Temperatur durchgeführt werden.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß auch Schritt (a) oder/und Schritt (e) bei einer im wesentlichen gleichen Temperatur durchgeführt werden.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur im Bereich von Raumtemperatur bis 40°C liegt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur im Bereich von 18°C bis 32°C liegt.
21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Schritt (a) oder/und Schritt (e) bei einer erhöhten Temperatur durchgeführt werden.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Schritt (i) ein Nachbehandlungsschritt bei erhöhter Temperatur erfolgt.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die erhöhte Temperatur im Bereich von mehr als 40°C bis 95°C liegt.
24. Verfahren zur Isolierung eines Analyten aus einer biologischen Probe, umfassend die Schritte:
- (a) Aufschließen der Probe in einem Reaktionsgefäß,
 - (b) Zugeben einer festen Adsorptionsmatrix,
 - (c) Inkubieren unter Bedingungen, bei denen der Analyt an die Adsorptionsmatrix bindet,
 - (d) Abtrennen der nichtgebundenen Probenbestandteile von der Adsorptionsmatrix,
 - (e) Inkubieren unter Bedingungen, bei denen der Analyt von der Adsorptionsmatrix eluiert wird, und
 - (f) Abtrennen des Eluats von der Adsorptionsmatrix,
- wobei zumindest die Schritte (c) und (d) bei im wesentlichen der gleichen Temperatur durchgeführt werden.
25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Analyt eine Nukleinsäure ist.
26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchführung des Verfahrens in einer automatisierten Vorrichtung erfolgt.
27. Verfahren nach Anspruch 1 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Schritte (a) bis (e) in einem einzigen Reaktionsgefäß durchgeführt werden.
28. Reagenzienkit, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 27, umfassend
- (a) eine Protease,
 - (b) einen Probenaufschlußpuffer,
 - (c) einen Waschpuffer,
 - (d) einen Elutionspuffer und
 - (e) eine Suspension von magnetischen Glaspartikeln.
29. Reagenzienkit zur Isolierung von DNA, umfassend magnetische Glaspartikel, deren Glasphase SiO_2 , B_2O_3 und Na_2O enthält.
30. Reagenzienkit zur Isolierung von RNA, umfassend magnetische Glaspartikel, deren Glasphase SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 , CaO und K_2O enthält.
31. Vorrichtung zur Isolierung eines Analyten aus einer biologischen Probe, umfassend
- einen Probenvorbereiter (1),

- eine Aufnahmeeinrichtung für Reagenzien (2),
- eine erste Aufnahmeeinrichtung für Reaktionsgefäße zur Probenvorbereitung (3), die für eine Betriebstemperatur von $\leq 70^{\circ}\text{C}$, insbesondere $\leq 40^{\circ}\text{C}$ eingerichtet ist,
- eine zweite Aufnahmeeinrichtung für Reaktionsgefäße (4a, 4b, 4c), die gegebenenfalls Kühl- oder/und Heizmittel enthält,
- und ein Robotik-Werkzeugmittel (5).

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziges Reaktionsgefäß zum Aufschluß einer Probe, zur Adsorption des Analyten an eine feste Adsorptionsmatrix, zum Waschen der Adsorptionsmatrix und zur Elution des Analyten von der Adsorptionsmatrix vorgesehen ist.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme der Reaktionsgefäße für die Probenvorbereitung zumindest für die Adsorption des Analyten an eine feste Adsorptionsmatrix und für das Waschen der Adsorptionsmatrix vorgesehen ist.

34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Aufnahmeeinrichtung weiterhin zur Aufnahme der Reaktionsgefäße für die Probenvorbereitung für das Aufschluß der Probe oder/und für die Elution des Analyten von der Adsorptionsmatrix vorgesehen ist.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme von Reaktionsgefäßen zur Aufbewahrung oder/und Weiterverarbeitung des Analyten vorgesehen ist.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme von Gefäßen für Reagenzien zur Weiterverarbeitung der Probe vorgesehen ist.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Aufnahmeeinrichtung zur Aufnahme von Reaktionsgefäßen für zumindest einen Behandlungsschritt bei erhöhter Temperatur vorgesehen ist, der ausgewählt ist aus dem Aufschluß der Probe, der Elution der Probe von der Adsorptionsmatrix und einem Nachbehandlungsschritt nach der Elution.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Aufnahmeeinrichtung Mittel zur magnetischen Separation umfaßt.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Aufnahmeeinrichtung Mittel zum Mischen der Reaktionsgefäße durch Drehen um deren Längsachse umfaßt.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß das Robotik-Werkzeug automatische Pipettiereinrichtungen und gegebenenfalls Mittel zum Öffnen und Schließen von Reaktionsgefäßen umfaßt.

41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß das Robotik-Werkzeug Mittel zum Transport von Reaktionsgefäßen zwischen erster und zweiter Aufnahmeeinrichtung umfaßt.

42. Magnetische Glaspartikel umfassend einen magnetischen Kern und eine Glashülle, die SiO_2 , B_2O_3 , ein Alkalimetalloxid und gegebenenfalls Al_2O_3 und ein Erdalkalimetalloxid enthält.

43. Glaspartikel nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Glashülle SiO_2 , B_2O_3 und Na_2O oder

SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O und CaO enthält.

Hierzu 6 Seit(n) Zeichnungen

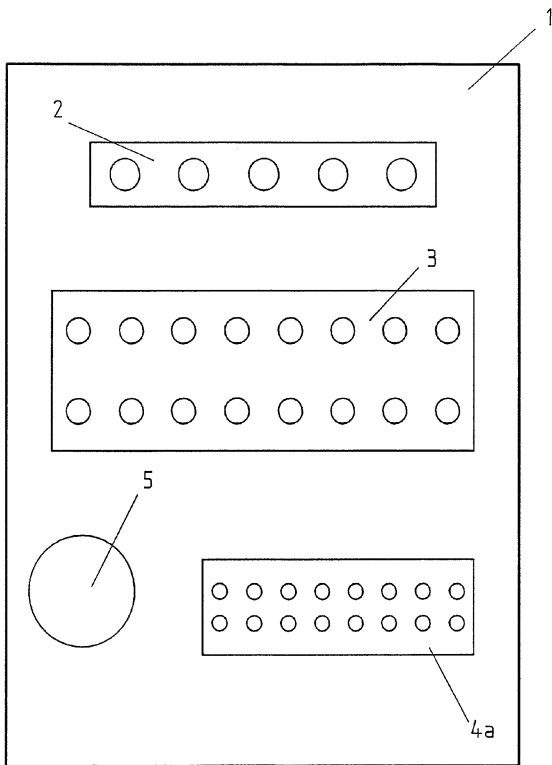


Abbildung 1

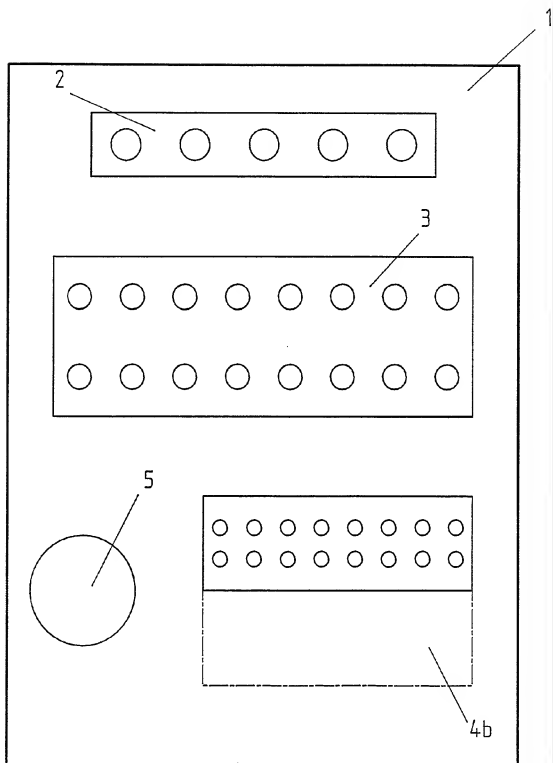


Abbildung 2

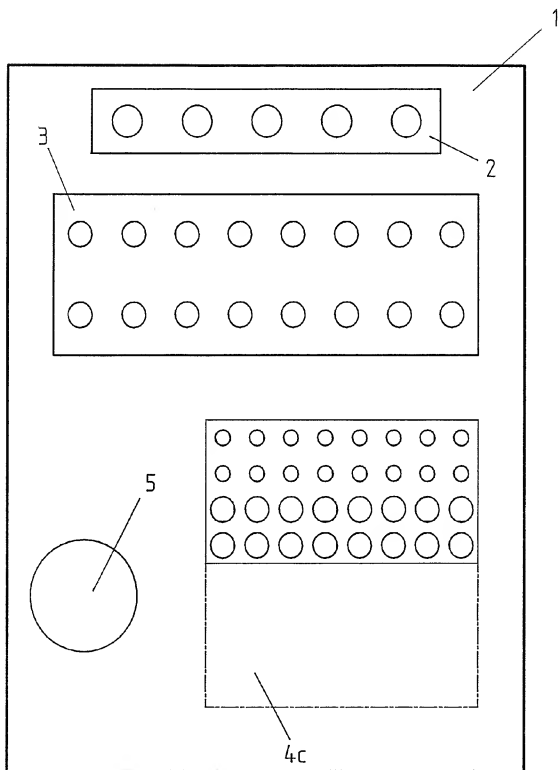


Abbildung 3

Abbildung 4

Vergleich Standardprotokoll manuell und Standardprotokoll MTM / Beispiel: Chlamydia

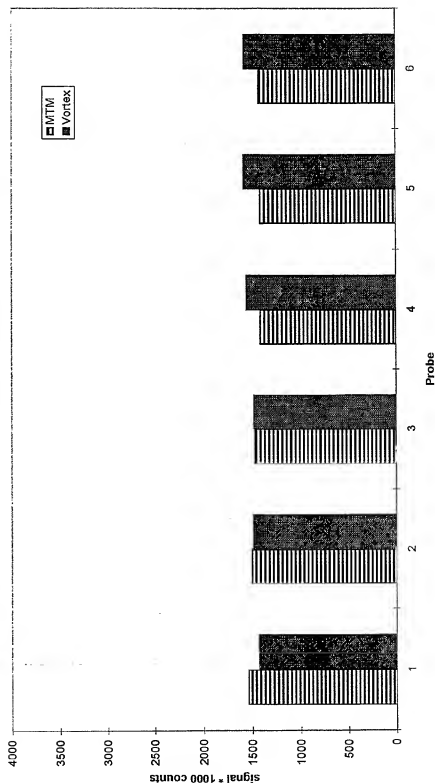


Abbildung 5

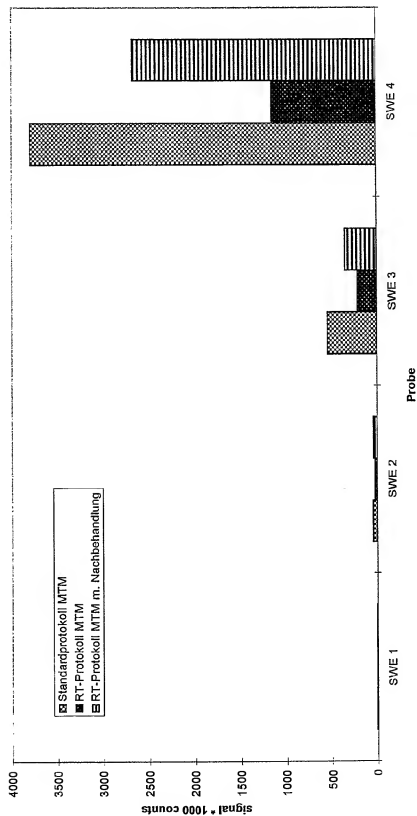


Abbildung 6

